



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 79 10 08 (P. 218799)

Pierwszeństwo: 78 10 16 Niemiecka
Republika
Demokratyczna

Zgłoszenie ogłoszono: 80 06 16

Opis patentowy opublikowano: 1986 02 28

Int. Cl.³ C10J 3/16

Twórcy wynalazku _____

Uprawniony z patentu: VEB GASKOMBINAT SCHWARZE PUMPE,
Schwarze Pumpe (Niemiecka Republika Demo-
kratyczna)

Sposób obróbki surowego węgla brunatnego, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób obróbki surowego węgla brunatnego, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego, w celu otrzymywania gazu i koksu, polegający na ciśnieniowym naporzaniu, odgazowywaniu i zgazowywaniu. Zintegrowanie tych procesów umożliwia zminimalizowanie zapotrzebowania energii potrzebnej do suszenia węgla. Suszenie przebiega w sposób bardzo korzystny, przez co można bezpośrednio wprowadzać ziarnisty węgiel brunatny o dużej zawartości wody, nie obawiając się, że nastąpi rozpad ziaren niekorzystnie wpływający na przebieg odgazowywania i zgazowywania.

Sposób według wynalazku umożliwia ciśnieniowe zgazowywanie ziaren węgla brunatnego o małym stopniu uwęglenia w łożu stałym lub w warstwie fluidalnej, a także wytwarzanie paliwa niekopającego.

Znane jest stosowanie węgla brunatnego, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego, jako wsadu do ciśnieniowego zgazowywania w łożu stałym lub w warstwie fluidalnej. Jeśli do tego ma być on stosowany w postaci brykietów jako wsad do zgazowywania w łożu stałym, to do realizacji znanych procesów niezbędna jest jego prefabrykacja poprzez rozdrabnianie, suszenie i sprasowywanie. W przypadku dużych wydajności zgazowywania brykiety okazują się nie być dostatecznie wytrzymałe na działanie ciepłe i rozpadają się podczas dosuszania i odgazowywania w reaktorze przed zgazowywaniem, co wiąże się z wydmuchiwaniami

2 dużych ilości pyłu przez gaz. Poza tym znane jest stosowanie w sposobie zgazowywania ciśnieniowego ziaren miękkiego węgla brunatnego, suszonego w suszarkach rurowych, poza urządzeniem do zgazowywania.

5 Zgazowywanie ciśnieniowe o dużej wydajności właściwej i o nie zwiększonym wydmuchiwanii pyłu udało się jak dotychczas opanować tylko w przypadku stosowania, jako wsadu wysuszonych ziaren twardego węgla brunatnego lub węgla kamiennego. Natomiast w przypadku stosowania, jako wsadu, ziaren miękkiego węgla brunatnego, przesuszonych w suszarkach rurowych wymagany wydatek pyłu unoszonego przez surowy gaz udawało się osiągnąć tylko przy niewielkich wydajnościach właściwych zgazowywania. W celu zwiększenia wydajności zgazowywania przeważnie stosuje się miękki węgiel brunatny w postaci brykietów zgazowywanych w łożu stałym. Urządzenia do brykietowania i suszenia wymagają wysokich nakładów środków na wyposażenie techniczne, obsługę i konserwację. Przy tym występuje znaczne zanieczyszczenie środowiska pyłem.

20 Na skutek powstawania suchego pyłu węglowego urządzenia są stale, poważnie zagrożone wybuchem. Podczas przenoszenia suchych paliw działają duże siły tarcia. Poza tym, zużycie energii przy suszeniu przez odparowanie i związane z tym straty ciepła są duże.

25 Znanych jest wiele rozwiązań, których zadaniem jest wyeliminowanie lub zmniejszenie niedogod-

3

ności związanych ze stosowaniem miękkiego węgla brunatnego jako wsadu. I tak, zgodnie z opisem patentowym NRD nr 26 392 zostało zastosowane obfite zraszanie wsadu, przeznaczonego do zgazowywania, przed i/lub w urządzeniu do zgazowywania ciśnieniowego w tym celu, aby obniżyć temperaturę gazu opuszczającego złożę paliwa.

W opisie patentowym NRD nr 38 791 został podany sposób, w którym tylko część gorącego produktu zgazowywania przeznacza się do odgazowywania i suszenia paliwa, zaś resztę gazu odciąga się oddzielnie.

Podobne rozwiązanie, do opisanych powyżej, ujawnia również opis patentowy NRD nr 119 814.

Znany jest sposób, w którym stosuje się takie regulowanie wydatku gazu używanego do dosuszania i odgazowywania, aby w określonych zakresach temperatury nagrzewanie odbywało się ze z góry określoną prękością, w celu umożliwienia zachowawczego suszenia wstępnego.

Opis patentowy NRD nr 121 796, zaleca zwiększenie zawartości wody we wprowadzanym paliwie, i to w przypadku brykietów do 20—24%, a w przypadku suchego groszku węglowego aż do 45%.

Przytoczone propozycje nie przyjęły się jak dotychczas w praktyce. Wprawdzie udaje się dzięki nim ograniczyć do pewnego stopnia rozpad paliwa w reaktorze do zgazowywania ciśnieniowego, lecz jednocześnie ujawniają się dodatkowo niedogodności i rozliczne trudności technologiczne. Te znane rozwiązania wymagają stosowania brykietów lub ziaren węgla przesuszonego przez konwekcję, jako wsadu, obciążonego, jak to w takich przypadkach, wadą niedostatecznej wytrzymałości postaciowej, ujawniającej się podczas zgazowywania ciśnieniowego. W istocie rzeczy nie zmieniają zatem nic, a przecież do prefabrykacji brykietów i otrzymania suchych ziaren niezbędne są okazałe nakłady środków na urządzenia, energię i robociznę. Na przykład, do samego tylko odparowania wody z węgla potrzeba ciepła w ilości 3100—3300 kJ/kg odparowanej wody.

Twardy węgiel brunatny udaje się zbrykietować z dużą trudnością. Z tego względu został wprowadzony do praktyki sposób suszenia twardego węgla brunatnego, umożliwiający w dużym stopniu zachowanie jego kawałkowatości. Został on po raz pierwszy ujawniony w niemieckim opisie patentowym nr 466 617 i nazwany sposobem Fleissnera. Węgiel nagrzewa się, zgodnie z nim, pod ciśnieniem, parą nasyconą, przy czym nie powinna przy tym parować woda. Na skutek ogrzania następuje skurcz węgla oraz wydzielenie CO₂, a ponadto część wody zostaje usunięta w postaci ciekłej. Dzięki temu zmniejsza się zużycie energii potrzebnej do oddzielenia wody, a przy tym uzyskuje się dalsze równomierne ogrzanie na wskroś i obkurczenie ziaren, ponieważ oddzielana woda nie odbiera ziarnom węgla przekazanego im ciepła, jak to ma miejsce w przypadku suszenia przez parowanie dyfuzyjne.

Znanych jest również szereg rozwiązań zmierzających do przystosowania i udoskonalenia tego sposobu. I tak, w niemieckim opisie patentowym nr 520 369 zostało opisane stosowanie gorącej wo-

4

dy, zamiast pary wodnej, jako czynnika naporząjącego, w niemieckim opisie patentowym nr 527 021 natomiast stosowanie przegrzanej pary wodnej, zaś w niemieckich opisach patentowych nr 583 907 i 1049 312, a także nr 1 189 469 RFN, w austriackich opisach patentowych nr nr 185 349, 190 490 i 244 292 między innymi zostały przedstawione sposoby mające na celu zasadniczo poprawę bilansu cieplnego. Usiłowania których rezultatem były wynalazki ujawnione w opisach patentowych RFN nr 1 201 254 i 1 243 109, zmierzały do uczynienia takiego sposobu sposobem ciągłym. Jest tu jednak wiele niedogodności technologicznych, trudnych do środków, przewyciężenia bez wydatkowania poważnych niedogodności które nie dają w efekcie sposobu ciągłego.

Zaletą sposobu Fleissnera jest niższe zużycie energii, wynoszące 1400—1700 kJ/kg oddzielonej wody oraz zachowawcze suszenie węgla. W porównaniu z suszeniem konwekcyjnym wadą jest tu to, że do suszenia niezbędna jest silnie sprężona para. Podczas odprężania węgla część wody ulega odparowaniu. Prowadzi to do zróżnicowania wilgotności i uszkodzeń ziaren węgla, w stopniu nie mniejszym niż podczas suszenia konwekcyjnego. Po odprężeniu, reabsorpcja wody przez węgiel jest możliwa tylko w niewielkim zakresie. Sposób Fleissnera stosuje się tylko do twardego węgla brunatnego silnie lignitowego. Znane jest też ciśnieniowe zgazowywanie silnie lignitowego węgla brunatnego w łożu stałym, przy czym wcześniej węgiel ten jest zazwyczaj poddawany w innym urządzeniu działaniu pary wodnej pod ciśnieniem.

Istniały uzasadnione obawy, że przy obróbce parą wodną pod ciśnieniem miękkiego węgla brunatnego ilość powstającego szlamu będzie za duża. Podejmowane były wprawdzie próby tego rodzaju obróbki miękkiego węgla brunatnego lecz jedynie w tym celu, aby przystosować suchy węgiel do następnego brykietowania lub stosowania jako paliwo w paleniskach. Przy tym okazało się, że odwodnienie węgla do poniżej 30% udaje się tylko przy zastosowaniu dużego nakładu środków, zaś brykietowalność węgla niekiedy nawet spada po obróbce parą wodną pod ciśnieniem. Duża zawartość wody po suszeniu ogranicza ekonomiczną odległość transportu w porównaniu z brykietami. Na to, aby móc racjonalnie wykorzystać ciepło odpadowe, trzeba w sposobie naporzania ciśnieniowego stosować wiele reaktorów ciśnieniowych sprzężonych ze sobą oraz przewodów łączących. Odwodniony węgiel trzeba ochłodzić po działaniu parą wodną. Na skutek nieciągłości eksploatacji nakłady na środki techniczne, w tym maszynowe, jeszcze się zwiększają. Poza tym stosowanie tych sposobów wymaga użycia materiałów chłonnych urządzeń, a przy tym wysokie są nakłady robocizny związanej z ich obsługiwaniem. Na skutek tworzenia się pyłu ulega zanieczyszczeniu otoczenie oraz powstaje niebezpieczeństwo wystąpienia wybuchu.

Celem wynalazku jest zatem bezpośrednio połączenie operacji suszenia surowego węgla brunatnego z operacją odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego, a tym samym umożliwienie nad-

zwyczaj zachowawczego suszenia miękkiego węgla brunatnego, a ponadto obniżenie zużycia energii cieplnej oraz nakładów środków na aparaturę i jej obsługę.

Zadaniem wynalazku jest natomiast osiągnięcie powyższego celu przy wyeliminowaniu wyżej wymienionych wad.

Szczególnie niedogodnym przy ciśnieniowym zgazowywaniu węgla brunatnego, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego okazało się być, jak to zostało opisane, powstawanie dużej ilości pyłu unoszonego następnie przez surowy gaz ze zgazowywania ciśnieniowego. W wyniku badań stwierdzono, że spoiwość brykietów jest zachowywana w znacznej mierze przez siły wiążące, wyzwolone w suchym węglu przez zawartą w nim wodę. Po odparowaniu wody szczątkowe siły wiążące zapewniają już tylko nieznaczną spoiwość brykietem, które po rozluźnieniu są bardzo wrażliwe na ścieranie. Brykiety przeznaczone do zgazowania, powstałe jak wiadomo, przez sprasowanie suchego węgla gruboziarnistego, ulegają łatwemu rozpadowi pod dużym obciążeniem cieplnym. Dlatego też brykiety te wprowadza się do naczynia do zgazowywania, w którym panuje temperatura 523—773K, gdy mają temperaturę 303—313K. To uderzenie cieplne jest przyczyną nierównomiernego nagrzewania się brykietów. Zewnętrzne warstwy brykietów wysychają szybciej, kurczą się na skutek tego silniej, w związku z czym powstają w nich naprężenia przyspieszające ich rozpad. Suche ziarna węgla zespolone w postaci brykiety mają poza tym różną zawartość wody, i to tym bardziej różniącą się, im większa jest przeciętna zawartość wody. Podczas suszenia brykietów w naczyniu do zgazowywania ich ziarna ulegają zatem niejednakowemu skurczeniu, co również prowadzi do silnego rozluźnienia struktury brykietów. Rozpadanie się suchych ziaren węgla, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego tłumaczy się następująco. Osuszanie ziaren miękkiego węgla brunatnego odbywa się, najczęściej w suszarkach rurowych przez konwekcję, w wyniku której następuje odparowanie wody. To odparowywanie rozpoczyna się od zewnętrznych warstw ziaren, a z dużym opóźnieniem następuje w rdzeniach. Skutkiem tego jest powstanie różnicy zawartości wody między łupiną a ziarnem sięgające w świeżo wysuszonym ziarnie wartość ponad 30%. Na skutek wywołanego nią silnego skurczu zewnętrznej warstwy w porównaniu ze skurczem rdzenia, warstwa zewnętrzna ulega rozluźnieniu i staje się bardzo wrażliwa na ścieranie. Duża objętość pary, tworzącej się podczas suszenia, szuka ujścia z uwieżenia w masie węgla, działając nad siłami rozprężenia, na skutek czego zostaje częściowo zniszczona struktura ziarna. Ziarna te po drodze do naczynia do zgazowywania ulegają ochłodzeniu do temperatury około 303—313K. Ziarna węgla osuszone przez konwekcję trzeba nawet chłodzić, aby niedopuszczyć do samozapalenia się węgla. Te ochłodzone ziarna węgla zostają w jednej chwili wystawione na działanie temperatury 523—773K. Zanim rdzenie ziaren osiągną temperaturę wrzenia wody, postępujący od zewnętrznej łupiny ziarna proces silnego kurczenia

się powoduje dalsze zniszczenia już osłabionych, w uprzednim suszeniu w urządzeniu suszącym, ziaren węgla.

Opisane zjawiska, w przypadku stosowania węgla kamiennego i twardego węgla brunatnego jako wsadu do zgazowywania ciśnieniowego, występując w znacznie mniejszym stopniu, a to dlatego, że węgle te z natury są bardziej zwarte i zawierają mniej wody. Niespodziewanie stwierdzono, że bezpośrednio sprzęgnięcie technologiczne ciśnieniowej obróbki parą wodną ze zgazowywaniem ciśnieniowym stanowi jedno z najbardziej harmonijnych połączeń w technologii uszlachetniania węgla i umożliwia, w dużym stopniu, wyeliminowanie opisanych wyżej niedogodności obciążających znane rozwiązania techniczne.

Zgodnie z wynalazkiem sposób obróbki surowego węgla brunatnego, w celu otrzymania gazu i koksu, przez ciśnieniowe naporzanie, odgazowywanie i zgazowywanie, charakteryzuje się tym, że wstępnie podgrzany ziarnisty węgiel brunatny wprowadza się do komory naporzania ciśnieniowego o ciśnieniu większym od 1 MPa, a korzystnie większym od 2 MPa, w niej częściowo odwadnia się go za pomocą czynnika naporzającego i uwęglania ciśnieniowego, powodując równomierne jego obkurczenie się, a przy tym równomiernie nagrzewa się do temperatury wyżej od 423K, a korzystnie wyżej od 453K, i tak wstępnie osuszony węgiel, przy ciśnieniu nie niższym od 0,5 MPa oraz w temperaturze nie niższej od 423K, poddaje się odgazowywaniu i zgazowywaniu, przy czym przed odgazowywaniem i zgazowywaniem lub w trakcie tego odgazowywania i zgazowywania wyrównuje się ciśnienie węgla do ciśnienia odgazowywania i zgazowywania, oraz ewentualnie przeprowadza się dosuszanie zachowawcze podczas odgazowywania i zgazowywania.

W komorze naporzania ciśnieniowego utrzymuje się ciśnienie równe ciśnieniu w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, przy czym wstępnie osuszony węgiel przemieszcza się w sposób ciągły z komory naporzania ciśnieniowego do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

Alternatywnie, w komorze naporzania ciśnieniowego, podczas naporzania, utrzymuje się ciśnienie wyższe od ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, przy czym wstępnie osuszony węgiel rozpręża się do ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, a przy tym przemieszcza się ten węgiel w sposób przerywany do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

Jeżeli w komorze naporzania ciśnieniowego, podczas naporzania, utrzymuje się ciśnienie niższe od ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, wówczas wstępnie osuszony węgiel spręża się do ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, a przy tym przemieszcza się ten węgiel w sposób przerywany do naczynia do odgazowywania i zgazowywania. Korzystnie, węgiel wstępnie osuszony w naporzaniu ciśnieniowym dosusza się parą przegrzaną. Jako czynnik zgazowywujący stosuje się resztę pary opuszczającej złożę węgla przy naporzaniu ciśnienio-

wym wraz z odprowadzonym CO_2 , a także wraz z parą pochodzącą z dosuszania parą przegrzaną. Korzystnie naparzenie ciśnieniowe oraz ciśnieniowe odgazowywanie i zgazowywanie przeprowadza się we wspólnym naczyniu.

Wodę pochodzącą z naparzenia ciśnieniowego powrotnie wprowadza się do obiegu i rozpryskuje się ją ponad złożem węgla w komorze naparzenia. Jako czynnik do wstępnego podgrzewania węgla stosuje się parę i/lub gorącą wodę powstałą przez odprężenie do ciśnienia atmosferycznego wody pochodzącej z naparzenia ciśnieniowego, przy czym korzystnie tę gorącą wodę stosuje się również do przenoszenia surowego węgla brunatnego do bunkra. Wodę pochodzącą z naparzenia, a znajdującą się pod ciśnieniem, stosuje się do hydraulicznego przenoszenia surowego węgla brunatnego z zamknięcia węglowego do komory naparzenia ciśnieniowego.

W wariacie sposobu surowy węgiel brunatny wstępnie podgrzewa się w zamknięciu węglowym, a jako czynnik podgrzewający stosuje się cząstkowy strumień czynnika naparzącego i/lub gorącą wodę pochodzącą z naparzenia ciśnieniowego. Jako czynnik naparzący stosuje się wysyconą lub nieco przegrzaną parę wodną. Również jako czynnik naparzący stosuje się parę wodną, którą kieruje się do komory naparzenia ciśnieniowego ponad złożem węgla, w takiej ilości aby stale niewielka, szczątkowa ilość pary przepływała wraz z gazami powstającymi przy uwęglaniu węgla do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

Alternatywnie, jako czynnik naparzący stosuje się parę wodną wytworzoną w płaszczu wodnym naczynia do ciśnieniowego odgazowywania i zgazowywania. Również możliwe i korzystne jest stosowanie jako czynnika naparzącego gorącego gazu, zawierającego wysyconą lub nieco przegrzaną parę wodną, otrzymanego po zgazowywaniu, pod ciśnieniem o cząstkowym ciśnieniu pary wodnej wynoszącym więcej niż 1 MPa, przy czym ten gorący gaz przepuszcza się w sposób ciągły przez osuszony węgiel, a przy tym z pary unoszonej przez gaz taką tylko jej ilość wkrapla się podczas naparzenia ciśnieniowego, żeby cząstkowe ciśnienie pary wodnej wynosiło więcej niż 0,5 MPa.

Zgodnie z wynalazkiem naparzenie ciśnieniowe, zachowawcze dosuszanie, odgazowywanie i zgazowywanie przeprowadza się w jednym naczyniu ciśnieniowym, a gazy wytworzone w dolnej części tego naczynia przez zgazowywanie ciśnieniowe kieruje się w przeciwnym kierunku względem węgla, ku górze, a przy tym w złożu węgla w bezpośrednio po sobie następujących strefach przeprowadza się odgazowywanie, zachowawcze dosuszanie i naparzenie ciśnieniowe. Przy tym jako czynnik naparzący stosuje się gaz pochodzący ze zgazowywania, zawierający parę wodną, który wysyca się i oczyszcza z porwanego przez niego pyłu oraz wykroplonych węglowodorów, lub alternatywnie jako czynnik naparzący stosuje się gaz zawierający parę wodną, który wysyca się wodą oddzieloną z węgla przy naparzeniu ciśnieniowym, oraz oczyszcza się z pyłu.

Korzystnie, gazy zawierające parę wodną, pocho-

dzące ze zgazowywania węgla, wolne od fenolu, oraz gazy zawierające przegrzaną parę wodną, wprowadza się do komory naparzenia, ponad złożem węgla. Jako czynnik dosuszający i odgazowywujący stosuje się tylko część strumienia gazu, wytworzonego przy odgazowywaniu i zgazowywaniu.

W innym wariacie realizacji sposobu według wynalazku jako czynnik naparzący stosuje się strumień cząstkowy, za pomocą którego przeprowadza się zachowawcze dosuszanie i odgazowywanie, i który zawiera niewielką ilość pyłu oraz dużą ilość węglowodorów, a ponadto można stosować, jako czynnik naparzący cząstkowy strumień gazu wytworzony przy odgazowywaniu i zgazowywaniu, który jest odciągany ze strefy zgazowywania jako wolny od mgły smołowej, czysty gaz oraz wysycony i korzystnie oczyszczony z pyłu.

Korzystnie, cząstkowy strumień gazu, przed wprowadzeniem do strefy naparzenia, podgrzewa się do temperatury rozpadu fenolu. Po ciśnieniowym naparzeniu ziarnistego, surowego węgla brunatnego gorącymi gazami, zawierającymi parę wodną, powstałymi w wyniku częściowego utleniania węgla, osuszone ziarna odpręża się. W innym wariacie wykonania sposobu według wynalazku zgazowanie ciśnieniowe przeprowadza się niezależnie od naparzenia ciśnieniowego, dosuszania i odgazowywania, przy czym jako czynnik do odgazowywania, dosuszania i naparzenia ciśnieniowego stosuje się gaz lub część strumienia gazu, wytworzonego przez przeprowadzone oddzielnie zgazowywanie ciśnieniowe wytworzonego koksu lub jego części.

Okazało się, że podczas naparzenia powstaje niewiele ziaren bardzo dobrych, a tylko niewielka część ziaren grubych rozpada się na ziarna średniej wielkości. Tego rodzaju rozpad nie wpływa niekorzystnie na przebieg odgazowywania i zgazowywania, a osuszone ziarna wykazują dość wysoką wytrzymałość na ścieranie. Woda uzyskana z pary wodnej oczyszcza węgiel z najdrobniejszych ziaren, po czym z reguły jest w sposób ciągły odprowadzana na zewnątrz. Ten efekt oczyszczania można wzmocnić przez rozpylanie w górnej części komory gorącej, obiegowej wody naparzącej ponad złożem węgla. Ciągłe zapotrzebowanie na paliwo w komorze odgazowywania i zgazowywania umożliwi też ciągłe doprowadzanie do niej wstępnie osuszonego węgla. Parę używaną w tym procesie stosuje się w stanie nasyconym i w nadmiarze, tak aby stale niewielka ilość pary przepływała wraz z innymi gazami, do naczynia do odgazowywania i zgazowywania. Parę wodną można też wprowadzać do naczynia do zgazowywania w stanie niewielkiego przegrzania.

Stwierdzono, że surowy węgiel brunatny, zwłaszcza miękki węgiel brunatny oddaje część wody już na początku procesu naparzenia i nie jest konieczne prowadzenie tego naparzenia dotąd, dokąd przy odpowiednim ciśnieniu nie zostanie oddana reszta wody. Tak wstępnie odwodniony i ogrzany na wskroś węgiel wytrzymuje następnie obciążenia dosuszania i rozgrzewania w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania nie ulegając większym

uszkodzeniom. Istotne jest przy tym to, że surowy węgiel brunatny jest podczas naparzenia ciśnieniowego równomiernie nagrzewany na wskroś w przybliżeniu do temperatury lub do temperatury nieco wyższej, która w panujących warunkach jest temperaturą wrzenia, lecz co najmniej do temperatury 423K, a przy tym że przebieg kurczenia się jest równomierny i w dużej części zostaje zakończony, zanim węgiel dostaje się do naczynia do odgazowywania i zgazowywania. Nawet jeśli węgiel ma stale jeszcze wysoką zawartość wody, np. 35—40%, to nie jest to istotną wadą.

Powstająca para wodna zajmuje w trakcie dosuszenia w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania objętość równą ułomkowi tej objętości, jaką zajmowałaby pod ciśnieniem atmosferycznym, i może przepływać przez węgiel nie rozluźniając jego struktury. Także sam ruch wody od rdzenia, którego temperatura mieści się w zakresie od 423K do temperatury wrzenia, jaką ma ona pod ciśnieniem wybranym dla tego sposobu, do powłoki ziarna, odbywa się w dalszym ciągu naparzenia ciśnieniowego przy zachowaniu w przeważającej części jej stanu ciekłego. Ponieważ wstępnie osuszony węgiel przedostaje się do naczynia do odgazowywania i zgazowywania bez ochładzania i bez styczności z powietrzem, przeto powierzchnie ziaren nie są utlenione ani utwardzone, lecz pozostają plastyczne. Dzięki temu nie jest utrudnione wydostawanie się pary przy dosuszaniu. Nie może także wystąpić reabsorpcja wody. Ciepło wprowadzone przez naparzony ciśnieniowo, gorący węgiel do naczynia do odgazowywania i zgazowywania może na przykład wystarczać do dosuszania węgla od zawartości 35—40% do zawartości wody, jaką przeważnie mają brykiety wsadowe, to jest 20%, bez pobierania dodatkowego ciepła z naczynia do odgazowywania i zgazowywania. Efekty te nie były dotychczas obserwowane. Stanowią one o zachowawczym dosuszaniu węgla, obrobionego wstępnie parą wodną pod ciśnieniem, w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania. Niezupełne odwodnienie węgla podczas naparzenia ciśnieniowego umożliwia skrócenie czasu tej obróbki, a tym samym zmniejszenie wielkości przestrzeni, w której dokonuje się tego naparzenia.

Zostało przy tym stwierdzone, że ziarna węgla odwadnianego pod ciśnieniem, poddawane następnie odgazowywaniu ciśnieniowemu mniej rozpadają się niż brykiety, a powstały koks ma wyższą wytrzymałość na ścieranie. Dzięki temu udaje się przeprowadzić ziarna węgla poprzez naczynie do odgazowywania aż do naczynia do zgazowywania z zachowaniem ich pierwotnej postaci.

Wodę pochodzącą z naparzenia ciśnieniowego odpręża się, po czym powstają parę, znajdującą się pod ciśnieniem atmosferycznym, oraz niekiedy także gorącą wodę wykorzystuje się do wstępnego podgrzewania surowego węgla do temperatury około 373K. Wodę pochodzącą z naparzenia ciśnieniowego można także wykorzystywać do wytwarzania gorącej wody. Odprężoną gorącą wodę można też stosować do hydraulicznego przemieszczania surowego węgla do bunkra, a wodę pocho-

dzącą z naparzenia ciśnieniowego, znajdującą się pod ciśnieniem — do przenoszenia surowego węgla brunatnego z zamknięcia węglowego do naczynia ciśnieniowego, poprzedzającego naczynie do odgazowywania i zgazowywania. W tym ostatnim przypadku następuje równocześnie wstępne nagrzanie węgla za pomocą gorącej wody.

Zapotrzebowanie na ciepło przy wstępnym suszeniu surowego węgla brunatnego sposobem według wynalazku, z wykorzystaniem wody pochodzącej z naparzenia, w przypadku podgrzewania węgla brunatnego do temperatury 363K, wynosi tylko 1000 do 1200 kJ/kg wody oddzielanej podczas naparzenia ciśnieniowego, jest zatem niższe niż w oddzielnych urządzeniach do naparzenia ciśnieniowego. Oszczędność tego ciepła wywodzi się stąd, że gorący węgiel nie traci ciepła odpadowego po naparzeniu, lecz ciepło to zostaje w pełni wykorzystane w trakcie odgazowywania i zgazowywania, czy też w przebiegu następnego odzyskiwania ciepła odlotowego. Dzięki możliwości stosowania eksploatacji ciągłej odpadają straty ciepłone, powstające na skutek oziębiania się naczynia ciśnieniowego, a także w przypadku eksploatacji nieciągłej — na skutek rozprężania pary.

W związku z połączeniem przebiegu odgazowywania i zgazowywania dodatkowe nakłady środków technicznych na urządzenia są niewielkie. Sposób według wynalazku umożliwia połączenie ciśnieniowego naparzenia i procesu odgazowywania i zgazowywania w jednym, odpowiednio dużym naczyniu ciśnieniowym. Dzięki zespoleniu procesu odgazowywania i zgazowywania z naparzeniem ciśnieniowym zbędne stają się urządzenia do wprowadzania wsadu, opróżniania, odprowadzania CO₂ oraz ochładzania węgla. Nie jest nawet potrzebne dodatkowe doprowadzanie pary do naczynia do odgazowywania i zgazowywania, ponieważ wykorzystuje się do tego celu parę doprowadzaną do zgazowywania. Naczynia do odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego z reguły mają płaszcz wodny w celu ochrony zewnętrznego pancerza przenoszącego ciśnienie. Para wodna, powstała w tym płaszczu, może być w opisanym sposobie również wykorzystywana jako czynnik naparzający.

Sposób według wynalazku nie wiąże się z koniecznością liczebnego zwiększania obsługi. Odpada przy tym dotychczas niezbędny, jak to zostało podane, wysoki koszt inwestycyjny urządzenia do suszenia węgla. Ponieważ nie jest możliwe wydostawanie się pyłu węglowego do otoczenia, przeto stosowanie tego sposobu zasadniczo nie zagraża środowisku. Nie mogą też wystąpić wybuchy pyłu węglowego.

Nieuzasadnione okazały się też być obawy dotyczące konieczności zagospodarowania większej ilości szlamu. W porównaniu np. z brykietami jako wsadem do odgazowywania i zgazowywania, okazuje się, że 3% strat występuje przy brykiotowaniu, a 10—15% strat powstaje na skutek odprowadzania pyłu podczas odgazowywania ciśnieniowego przeważnie w postaci szlamu. Ilość szlamu odprowadzanego podczas wykonywania sposobu według wynalazku jest duża, zależy od dopracowania poszczególnych operacji tego sposobu, lecz

nie przekracza ilości charakterystycznej dla wsadu brykietowego.

Sposób według wynalazku umożliwia również stosowanie, jako wsadu, węgla o dużej zawartości popiołu, który nie nadaje się do brykietowania, jako pośredniej operacji technologicznej, ze względu na występujące przy tym znaczne ściieranie. Podczas naparzenia ciśnieniowego część popiołu, zwłaszcza cząstki najbardziej rozdrobnione, zostaje wypłukana wodą pochodzącą z naparzenia.

W porównaniu z brykietami stosowanymi w znanych procesach jako wsad do odgazowywania i zgazowywania, surowy węgiel brunatny, obrobiony sposobem według wynalazku odznacza się lepszą sypkością. Dzięki temu polepsza się ruchliwość złoża w generatorze, nie dopuszczając do tworzenia się mostków i kanałów, przyczyniających się do zwiększenia wydzielania pyłu w przebiegu zgazowywania i nieekonomicznej eksploatacji generatora.

Zespolenie naparzenia ciśnieniowego z odgazowywaniem i zgazowywaniem ciśnieniowym można uzyskać również poprzez zintegrowanie funkcji zamykania węglowego z naparzeniem w jednym naczyniu, względnie za pomocą powiększonego zamknięcia węglowego. Przy tym naparzenie ciśnieniowe tak jak i zamykanie węglowe będzie się odbywało w sposób przerywany. W takim przypadku, według wynalazku, naczynie do odgazowywania i zgazowywania korzystnie jest sprzężone z wieloma naczyniami, z zamknięciem węglowym i naparzeniem ciśnieniowym, zasilającymi na zmianę naczynie do odgazowywania i zgazowywania gorącym, wstępnie odwodnionym węglem.

W tym wariacie sposobu według wynalazku niezgodność nieciągłości i zwiększonego zużycia energii cieplnej jest rekompensowana tym, że nie trzeba zwracać uwagi na równomierność ruchu złoża w komorze do naparzenia ciśnieniowego, że nie nastęca trudności oddzielanie wody pochodzącej z tego naparzenia, i że naparzenie to można przeprowadzać pod wyższym, a w niektórych przypadkach także niższym ciśnieniem od panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania.

W przypadku potrzeby uzyskiwania bardzo suchego paliwa do odgazowywania i zgazowywania, korzystnie, po wykonaniu cząstkowej obróbki parą nasyconą, przeprowadza się dosuszanie za pomocą pary przegrzanej. W celu przyspieszenia przebiegu odwadniania również i w tym przypadku stosuje się wyższą, szcążkową ilość pary nasyconej. Na skutek tego zwiększa się prędkość przepływu pary poprzez złożę węgla, a tym samym wzmacnia się przepływ ciepła do węgla. Pozostała ilość pary z zebraniem przez nią CO_2 , podobnie jak odprowadzoną parą, wykorzystuje się do dosuszania, następującego po naparzeniu ciśnieniowym, wraz z parą przegrzaną, jako czynnikiem zgazowywującym. Bardzo korzystne jest w tym przypadku zastosowanie gorącego, surowego gazu, zawierającego duże ilości pary wodnej i opuszczającego naczynie do odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego, jako czynnika do osuszania węgla. Surowy gaz, na wylocie naczynia do zga-

zowywania ciśnieniowego w łożu stałym, po jego wysyceniu odznacza się bardzo wysokim ciśnieniem cząstkowym pary wodnej, które w przypadku stosowania miękkiego węgla brunatnego jako wsadu jest wielokrotnie wyższe od cząstkowego ciśnienia gazu. Surowy gaz, nawet po wysyceniu parą wodną, po oczyszczeniu z pyłu i po wykropleniu z niego węglowodorów, ma dostatecznie wysoką temperaturę do przeprowadzenia naparzenia.

Zastosowanie surowego gazu z odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego umożliwia dalsze uproszczenie sposobu według wynalazku. Surowy węgiel brunatny, zwłaszcza miękki węgiel brunatny wprowadza się do naczynia ciśnieniowego, w którym odbywa się naparzenie ciśnieniowe, a także odgazowywanie i zgazowywanie. Surowy gaz, wytworzony w najniższej części tego naczynia poprzez częściowe spalanie węgla w łożu stałym, przepływa w przeciwnym kierunku względem węgla, ku górze, powodując odgazowywanie, dosuszenie i naparzenie ciśnieniowe kolejno nawarstwionych różnych stref, po czym opuszcza naczynie ciśnieniowe poprzez górną jego część. Woda, skapująca z surowego węgla brunatnego podczas naparzenia ciśnieniowego, wysyca surowy gaz wstępujący ze strefy dosuszania. Z reguły jednak ilość wody oddawana przez surowy węgiel brunatny, zwłaszcza w przypadku stosowania miękkiego węgla brunatnego jako wsadu, podczas naparzenia ciśnieniowego, jest znacznie większa od ilości wody potrzebnej do wysycenia suchego gazu. W zależności od dobranych parametrów sposobu część tego nadmiaru wody jest, w postaci mgły, odprowadzana z naczynia ciśnieniowego przez gaz. Pozostała część dostaje się do strefy dosuszania i strefy odgazowywania, oraz zostaje tu odparowana z pobraniem ciepła. Jest to przyczyną zwiększenia się zapotrzebowania na czynnik zgazowywujący oraz paliwo. Można temu zapobiec przez wbudowanie, między strefą naparzenia ciśnieniowego a strefą dosuszania, urządzeń do oddzielania wody. Powstaje przy tym możliwość rozpylania obiegowej wody, pochodzącej z naparzenia ciśnieniowego w górnej części naczynia ciśnieniowego, a przez to zwiększenia skuteczności oczyszczania gazu z porzwanego przezeń pyłu powstającego w przebiegu naparzenia.

Węglowodory, wkroplone w przebiegu naparzenia na skutek ochłodzenia gazu, polepszają sypkłość złoża w komorze naparzenia, nie dopuszczając do bardzo niekorzystnego tworzenia się mostków lub kanałów również i w następnych strefach. Tylko niewielka część pary wodnej, zawartej w surowym gazie, ulega niewielkiemu tylko ochłodzeniu. Dzięki temu jest możliwe i celowe stosowanie gazu, po odprowadzeniu go z naczynia reakcyjnego, do wytwarzania, w znany sposób, pary za pomocą ciepła odpadowego.

Zapotrzebowanie na ciepło do wstępnego podgrzewania węgla brunatnego w strefie naparzenia ciśnieniowego wynosi, w przypadku wykorzystywania ciepła wody naparzającej, do wstępnego nagrzewania surowego węgla do temperatury 363K, tylko 550—650 kJ/kg wody oddzielanej pod-

bierana od gazu w trakcie wytwarzania pary za pomocą ciepła odpadowego. Dzięki temu można zaniechać stosowania pary pod wysokim ciśnieniem. Zastosowanie gazu do naparzania ciśnieniowego jest wysoce korzystne. Porównawczo, niezwykle niskie zapotrzebowanie na ciepło do suszenia węgla wynika stąd, że do powstania dodatkowych strat ciepła w sposobie odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego połączonym z naparzaniem ciśnieniowym nie przyczynia się ani gorący węgiel, ani skropliny powstałe przy naparzaniu!

Dalszą istotną cechą myśli wynalazczej jest stosowanie dużego natężenia przepływu mieszaniny pary z gazowymi częściami składowymi gazu, poprzez naparzane ciśnieniowo złożo węgla, na skutek czego zostaje zwiększona prędkość nagrzewania węgla, a także zostaje przyspieszone uwęglanie chemiczne i odprowadzanie tworzących się części składowych gazu, a tym samym zostaje przyspieszony cały przebieg odwadniania liopolarnego i kapilarnego. Korzyści te uzyskuje się również w przypadku stosowania gorącego, zwłaszcza wolnego od fenolu, gazu zawierającego parę wodną, wytworzonego w innym procesie ciśnieniowym częściowego utleniania paliwa i dają znać o sobie nawet wtedy, gdy odwodniony węgiel po naparzaniu ciśnieniowym stosuje się do dalszej przeróbki w postaci odprężonej.

Ponieważ tylko niewielka część pary wodnej, zawartej w gazie jest wykorzystywana do naparzania ciśnieniowego możliwe jest stosowanie do się zgazowywania. Przy tym ciśnienie cząstkowe gazu wytwarzanego w ciśnieniowym procesie zgazowywania. Przy tym ciśnieniu cząstkowe pary wodnej w gazie nie powinno, podczas naparzania ciśnieniowego, być niższe od 0,5 MPa.

Znane jest stosowanie cząstkowego strumienia wytwarzanego gazu do odgazowywania i dosuszania paliwa, przy którym powstaje tak zwany gaz wylewny, przy czym resztę gazu wytwarzanego poprzez zgazowywanie odciąga się jako gaz czysty, wolny od mgły smołowej. W przypadku stosowania miękkiego węgla brunatnego gaz wylewny zawiera mało pyłu, natomiast gaz czysty niesie z sobą większe ilości pyłu. Rozdzielanie wytwarzanego gazu na te dwa strumienie cząstkowe umożliwia także regulowanie prędkości nagrzewania w strefie dosuszania i odgazowywania, znane przez się, wykorzystywane w celu zachowawczego, dalszego obrabiania paliwa, zwłaszcza w strefie odgazowywania.

W związku z tym, że gaz wylewny zawiera mało pyłu, korzystnie stosuje się go do naparzania ciśnieniowego, przy czym gaz ten, w ogólności kierowany od dołu ku górze poprzez złożo węgla, przepływa przez strefę odgazowywania i strefę dosuszania, po czym bezpośrednio po wysyceniu jest kierowany do przestrzeni naparzania.

Jeśli do naparzania ciśnieniowego jest wykorzystywany tylko gaz czysty, to ma to tę zaletę, że gaz ten można ze strefy redukcyjnej odciągać w tak wysokiej temperaturze, przy której jest on wolny od fenolu, a zatem woda powstała na skutek naparzania nim nie obciąża urządzenia do od-

fenolowywania. Przy tym odciągnięty gaz czysty dopiero wtedy kieruje się do przestrzeni naparzania, znajdującej się w górnej części złoża węgla, gdy zostanie on oczyszczony z pyłu i wysycony wodą. W przypadku stosowania wspólnego naczynia ciśnieniowego do naparzania ciśnieniowego jak i do odgazowywania i zgazowywania postępuje się w ten sposób, że wylot gazu umiejscawia się pomiędzy strefą naparzania ciśnieniowego a strefą dosuszania.

W przypadku oddzielnego odciągania gazu wylewnego i gazu czystego można też łączyć oba te rodzaje gazu do dalszego naparzania ciśnieniowego. Czysty gaz, przed jego połączeniem, lub mieszaninę gazów uzyskaną z połączenia celowo oczyszcza się z pyłu i wysyca się parą wodną. W celu przyspieszenia przebiegu odwadniania przy naparzaniu ciśnieniowym, korzystnie gaz, lub też gaz odpowiedniego strumienia cząstkowego przegrzewa się przed wprowadzeniem do komory naparzania ciśnieniowego. Poza tym cząstkowy strumień gazu można doprowadzić do tak wysokiej temperatury, przy której ulegają rozpadowi zawarte w nim fenole, aby następnie po wysyceniu tego strumienia cząstkowego wodą zastosować go do naparzania ciśnieniowego.

Takie, bardzo oszczędne suszenie i odgazowywanie surowego węgla brunatnego sposobem według wynalazku umożliwia po odgazowaniu ciśnieniowym uzyskiwanie nierozpadniętego koksu wytrzymałego na ścieranie. W celu wytworzenia paliwa niekopającego odgazowywanie, dosuszanie i ewentualnie następane naparzanie ciśnieniowe, według wynalazku, przeprowadza się w oddzieleniu od zgazowywania ciśnieniowego, stosując do tego celu gorący gaz płuczący, zawierający możliwie jak najwięcej pary wodnej. Odgazowane paliwo chłodzi się następnie, odpręża, po czym może ono być stosowane jako koks. Wytworzony koks, względnie część tak wytworzonego strumienia koksu, można następnie poddawać zgazowywaniu ciśnieniowemu w oddzielnej komorze, przy czym wytworzony gaz pod ciśnieniem lub część strumienia wytwarzanego gazu stosuje się następnie do odgazowywania, dosuszania i naparzania ciśnieniowego.

Przedmiot wynalazku zostanie szczegółowo objaśniony na podstawie przykładów jego stosowania.

Przykład I. Surowy węgiel brunatny o wielkości ziaren wynoszącej 5—60 mm, o zawartości wody wynoszącej 57% i o temperaturze około 293K przenosi się do bunkra i podgrzewa do temperatury około 363K za pomocą pary uzyskiwanej z rozpryskiwania czystej wody. Stamtąd surowy węgiel brunatny przenosi się poprzez zamknięcie węglowe i spręża się w sposób przerywany do ciśnienia 2,5 MPa i kieruje poprzez zamknięcie węglowe do naczynia do ciśnieniowego naparzania surowego węgla brunatnego. W zamknięciu węglowym następuje dalsze wstępne podgrzanie surowego węgla brunatnego do temperatury 393 do 423K za pomocą pary wodnej o temperaturze 490K.

Do komory naparzania ciśnieniowego, do górnej części złoża węglowego doprowadza się parę o tem-

peraturze 495K. Stosując czynnik naparządzający o tej temperaturze w ciągu 60 do 90 minut odwadnia się surowy węgiel brunatny do zawartości około 25% H₂O. Jeśli surowy węgiel brunatny będzie się odwadniało tylko do zawartości 35% pozostałej wody, to czas naparządzania ulegnie skróceniu do 30—40 minut. Umożliwia to stosowanie dość małej komory naparządzania ciśnieniowego. Wodę, która powstała przez odwodnienie węgla i skroplenie czynnika naparządzającego odprowadza się z komory naparządzania, za pomocą odpowiedniego urządzenia. Woda ta unosi z sobą najdrobniejsze ziarna wymyte z węgla. Ten efekt oczyszczania można wzmocnić przez rozpryskiwanie w naczyniu ciśnieniowym gorącej, obiegowej wody powstałej z naparządzania, mającej temperaturę około 490K. Odwodniony węgiel nagrzewa się równomiernie, na wskroś do temperatury około 470—500K i przynosi w sposób ciągły do naczynia ciśnieniowego, w którym panuje ciśnienie wynoszące 2,5 MPa, w celu następnego dosuszania, odgazowywania i zgazowywania.

W porównaniu z doprowadzaniem powszechnie paliwem o temperaturze około 303K i zawartości 20% H₂O obecnie wraz z węglem naparzonym ciśnieniowo, w przeliczeniu na 20 procentową zawartość H₂O, do naczynia do odgazowywania i zgazowywania wprowadza się o 370 kJ/kg więcej ciepła w suchym węglu. Ciepło to wystarcza do osuszenia węgla o zawartości 35% do zawartości około 20% H₂O bez odbierania ciepła z naczynia do odgazowywania i zgazowywania. Osuszenie węgla następuje w około 81% za pomocą ciepła naparządzania ciśnieniowego, w tym w około 60% w stanie ciekłym w komorze naparządzania ciśnieniowego, oraz w około 15% poprzez odparowanie w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego, a w 19% poprzez odparowanie za pomocą ciepła pochodzącego z procesu odgazowywania ciśnieniowego.

Dzięki temu, że kawałki węgla są nagrzane równomiernie, bez wprowadzania naprężeń wewnętrznych poprzez różnicowanie w nich zawartości wody, i bez utwardzania zewnętrznej powierzchni ziaren, jakie występuje pod wpływem powietrza z atmosfery, w takim stanie wprowadza się je do naczynia do odgazowywania i zgazowywania, w którym suszy się je pod ciśnieniem 2,5 MPa, przy którym objętość pary wynosi tylko około 1/21 objętości, jaką ma ona pod ciśnieniem atmosferycznym w warunkach normalnych, a suszenie odbywa się bez zauważalnego uszkodzenia ziaren. Nadmiarowa, gorąca woda o temperaturze około 490K, pochodząca z naparządzania jest odprężana w przybliżeniu do ciśnienia atmosferycznego. Otrzymaną parę o temperaturze około 373K oraz równie gorącą wodę wykorzystuje się do nagrzewania, do około 363K, surowego węgla stanowiącego wsad. Jako czynnik naparządzający stosuje się parę wodną i stopniu wysycenia odpowiadającemu ciśnieniu 2,5 MPa i temperaturze około 495K. W przypadku gdy para taka odznacza się wyższym ciśnieniem i wyższą temperaturą, wówczas przed wprowadzeniem jej do komory naparządzania, odpręża się ją i wysyca wodą pochodzącą z naparządzania.

Zużycie ciepła w komorze naparządzania wynosi 100 kJ/kg oddanej wody. Dopływ pary reguluje się w taki sposób, aby stale niewielka, pozostałościowa ilość pary wpływała wspólnie z CO₂, powstałym podczas uwęglania ciśnieniowego, do naczynia do odgazowywania i zgazowywania. W tym przypadku woda pochodząca z naparządzania ma bardzo małą zawartość fenolu.

Przykład II. Surowy węgiel brunatny o wielkości ziaren wynoszącej 5 do 60 mm, o zawartości wody wynoszącej do 57% przemieszcza się hydraulicznie, za pomocą wody o temperaturze 370K, odprężonej do ciśnienia atmosferycznego, do bunkra należącego do naczynia do zgazowywania i wstępnie podgrzewa przy tym do temperatury 363K. Z bunkra przynosi się go następnie poprzez zamknięcie węglowe do dużego naczynia ciśnieniowego, w którego dolnej części zgazowuje się węgiel w łożu stałym, pod ciśnieniem 2,5 MPa. Wytworzony gaz przepływa w przeciwnym kierunku względem węgla, ku górze, tworząc kolejno następujące po sobie strefy: spoielania, utleniania, redukcji, odgazowywania, dosuszania i naparządzania. Woda, która skapuje z surowego węgla brunatnego w strefie naparządzania ciśnieniowego, wysyca i przesycia (z wytworzeniem mgły) wstępujący, surowy gaz.

Nadmiar wody pochodzącej z naparządzania przedostaje się do następnych stref pobierając przy tym ciepło potrzebne do jej odparowania. Na skutek takiego odparowywania wody pochodzącej z naparządzania zwiększa się zużycie tlenu i paliwa, trudniej rozkładają się pary pochodzące ze zgazowywania i zwiększa się zawartość CO₂ w surowym gazie. Można uniknąć tych niedogodności, powstających, gdy udział wody nadmiarowej jest duży, przez wbudowanie, pomiędzy strefę naparządzania ciśnieniowego a strefę dosuszania, urządzeń do oddzielania od węgla tej wody znajdującej się pod ciśnieniem. Wraz z oddzieloną wodą, pochodzącą z naparządzania, zostaje odprowadzona część pyłu powstającego przy naparządzaniu i unoszonego przez gaz powstały przez zgazowywanie. Wodę pochodzącą z naparządzania odpręża się i stosuje do hydraulicznego przenoszenia surowego węgla do bunkra. Miękki węgiel brunatny odwadnia się w komorze naparządzania do około 35% zawartości wody, i w kolejno następujących strefach dosusza, odgazowuje i zgazowuje. Surowy gaz ulatuje poprzez górną część naczynia ciśnieniowego i przedostaje się do urządzenia do wytwarzania pary za pomocą ciepła odpadowego.

W tym przykładzie gaz uzyskany w procesie odgazowywania i zgazowywania ciśnieniowego w łożu stałym, wysycony parą wodną, stosuje się pod ciśnieniem 2,5 MPa i w temperaturze wynoszącej 473K, jako czynnik naparządzający. Wysycony gaz w jednym m³ w warunkach normalnych zawiera 1,6 kg wody. Zużycie ciepła w strefie naparządzania wynosi około 580 kJ/kg oddzielonej wody.

Po naparządzaniu gaz zawiera około 1,3 wody w 1m³ w warunkach normalnych, oraz ma temperaturę około 468K. Wytwarzanie pary (pod ciśnieniem 0,5 MPa) za pomocą ciepła odpadowego jest ograniczone tym, że gorący gaz oddaje zawarte w

nim ciepło podczas naparzenia surowego węgla. Gaz przepływa w sposób ciągły przez złożę węgla, przy czym następuje szybkie nagrzewanie węgla i natychmiastowe odprowadzanie CO₂. Tym samym ulega skróceniu czas naparzenia. Węglowodory wykroplone z gazu polepszają sypkosć złoża.

Niedogodnością występującą w tym przykładzie stosowania sposobu według wynalazku jest to, że odprowadzana woda, pochodząca z naparzenia jest silnie zanieczyszczona fenolem, na skutek czego wzrasta o około 50% obciążenie urządzenia do odfenolowywania. Ze zmiany parametrów surowego gazu w strefie naparzenia wynika, że tylko część z ilości pary zawartej w gazie wykorzystuje się przy naparzeniu ciśnieniowym. Zatem do naparzenia można stosować tylko część strumienia gazu, z czego wynikają następujące warianty.

Pierwszy z nich polega na tym, że z redukcyjnej strefy zgazowywania w łóżu stałym odciąga się czysty gaz o wysokiej temperaturze, wolny od mgły smołowej i fenolu, po czym wysyca się go wodą, o ile to potrzebne oczyszcza z pyłu, a następnie wprowadza do naczynia ciśnieniowego ponad złożę węgla w celu jego naparzenia. Gaz ten płynie w kierunku ruchu węgla poprzez strefę naparzenia łącznie z gazem wylewnym, prowadzonym oddzielnie, opuszcza naczynie ciśnieniowe pomiędzy strefą naparzenia ciśnieniowego a strefą dosuszania. W tym przypadku nie występuje zatem wzrost obciążenia urządzenia do odfenolowywania wodą pochodzącą z naparzenia.

W drugim z tych wariantów, w przypadku stosowania gazu wylewnego, wolnego od pyłu, do naparzenia ciśnieniowego, gaz ten przepływa w przeciwnym kierunku względem drogi węgla, od strefy dosuszania do strefy naparzenia ciśnieniowego, w której zostaje wysycony parą wodną, po czym opuszcza strefę naparzenia ciśnieniowego u góry złoża węgla. Woda pochodząca z naparzenia jest silnie zanieczyszczona fenolem. Wykroplone węglowodory polepszają sypkosć złoża, przy czym są one wraz z wypłukanym, drobnym pyłem oddzielane od odpływającej wody pochodzącej z naparzenia.

Przykład III. Surowy węgiel brunatny o wielkości ziaren wynoszącej 5—12 mm, o zawartości wody do 57% i wstępnie podgrzany do temperatury 363K przenosi się z bunkra na przemian do dwóch naczyń ciśnieniowych. Oba te naczynia ciśnieniowe mają do wykonania w następstwie czasowym następujące zadania: przejścia węgla w stanie niesprężonym, sprężenie surowego węgla parą do 10 MPa, odwodnienie węgla w temperaturze 583K w ciągu 15 minut do 35% zawartości wody za pomocą naparzenia ciśnieniowego i oddzielenie wody pochodzącej z naparzenia, odprężenie węgla do ciśnienia 2,5 MPa, panującego w naczyniu do odgazowywania, umieszczone pod tymi naczyniami ciśnieniowymi i wprowadzenie węgla do naczynia do odgazowywania. Oba te naczynia ciśnieniowe zasilają na zmianę w paliwo naczynie do odgazowywania.

W naczyniu do odgazowywania przeprowadza się zachowawcze dosuszanie i odgazowywanie za pomocą gazu płuczącego, który jest wytwarzany przez ciśnieniowe zgazowywanie w warstwie flu-

idalnej. Wytwarzany przy tym koks jest przenoszony partiami do zgazowywania w warstwie fluidalnej. W celu umożliwienia wykorzystywania wyczuwalnego i utajonego ciepła zawartego w wytworzonym gazie, gaz ten po oczyszczeniu z pyłu częściowo wprowadza się do procesu odgazowywania jako gaz płuczący a częściowo odprowadza do wyzyskania ciepła odpadowego.

Przykład IV. Surowy węgiel brunatny o wielkości ziaren od 40 do 60 mm, o zawartości wody do 58%, wstępnie podgrzany w bunkrze do temperatury 363 K, po przeniesieniu do zamknięcia węglowego spręża się gorącą wodą i wprowadza na przemian do strumienia wody pod ciśnieniem 3 MPa i o temperaturze 500K. Za pomocą tej wody pod ciśnieniem zostaje przeniesiony do komory naparzenia ciśnieniowego, przy czym podczas hydraulicznego przenoszenia zostaje odwodniony do zawartości wody wynoszącej 48%.

W komorze naparzenia ciśnieniowego węgiel zostaje oddzielony od cieczy nośnej, po czym jest doparzony za pomocą pary nasyconej, znajdującej się pod ciśnieniem 2,5 MPa, przy czym ulega odwodnieniu do zawartości wody wynoszącej 35%. Woda pochodząca z naparzenia odpływa wraz z cieczą nośną o temperaturze około 485K. Część strumienia tej wody gorącej zostaje oddzielona od bardzo dobrych ziaren w odśrodkowym oddzielniku wodnym, po przejściu przez który zostaje doprowadzona do ciśnienia wynoszącego 3 MPa za pomocą pompy zwiększającej ciśnienie oraz do temperatury 503K za pomocą wymiennika ciepła, po czym jest ponownie stosowana do hydraulicznego przenoszenia surowego węgla. Węgiel, wstępnie osuszony do zawartości wody wynoszącej 35%, przedostaje się z komory naparzenia ciśnieniowego do naczynia do odgazowywania ciśnieniowego, w którym jest dosuszony zachowawczo za pomocą gazu płuczącego i odgazowywany do temperatury 1000K. Wytworzony koks chłodzi się, odpręża a następnie stosuje jako niekopące paliwo.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób obróbki surowego węgla brunatnego, zwłaszcza miękkiego węgla brunatnego, w celu otrzymania gazu i koksu, polegający na ciśnieniowym naparzeniu, odgazowywaniu i zgazowywaniu, **znamienny tym**, że wstępnie podgrzany ziarnisty węgiel brunatny wprowadza się do komory naparzenia ciśnieniowego o ciśnieniu większym od 1 MPa, a korzystanie większym od 2 MPa, w niej częściowo odwadnia się go za pomocą czynnika naparzącego i uwęgla ciśnieniowo, powodując równomierne jego obkurczenie się, a przy tym równomiernie nagrzewa się do temperatury wyższej od 423K, a korzystnie wyższej od 453K, i tak wstępnie osuszony węgiel, przy ciśnieniu nie niższym niż 0,5 MPa i w temperaturze nie niższej od 423K, poddaje się odgazowywaniu i zgazowywaniu, przy czym przed odgazowywaniem i zgazowywaniem lub w trakcie tego odgazowywania i zgazowywania wyrównuje się ciśnienie węgla do ciśnienia odgazowywania i zgazowywania, oraz ewentualnie przeprowadza się dosuszanie zachowawcze podczas odgazowywania i zgazowywania.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w komorze naparzania ciśnieniowego utrzymuje się ciśnienie równe ciśnieniu w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, przy czym wstępnie osuszony węgiel przemieszcza się w sposób ciągły z komory naparzania ciśnieniowego do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w komorze naparzania ciśnieniowego, podczas naparzania, utrzymuje się ciśnienie wyższe od ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, przy czym wstępnie osuszony węgiel rozpręża się do ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, a przy tym przemieszcza się ten węgiel w sposób przerywany do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w komorze naparzania ciśnieniowego, podczas naparzania, utrzymuje się ciśnienie niższe od ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, przy czym wstępnie osuszony węgiel spręża się do ciśnienia panującego w naczyniu do odgazowywania i zgazowywania, a przy tym przemieszcza się ten węgiel w sposób przerywany do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węgiel wstępnie osuszony w naparzaniu ciśnieniowym dosusza się parą przegrzaną.

6. Sposób według zastrz. 1 albo 5, **znamienny tym**, że jako czynnik zgazowywujący stosuje się resztę pary opuszczającej złożę węgla przy naparzaniu ciśnieniowym wraz z odprowadzonym CO_2 , a także wraz z parą pochodzącą z dosuszania parą przegrzaną.

7. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że naparzanie ciśnieniowe oraz ciśnieniowe odgazowywanie i zgazowywanie przeprowadza się we wspólnym naczyniu.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodę pochodzącą z naparzania ciśnieniowego powrotnie wprowadza się do obiegu i rozpryskuje się ją ponad złożem węgla w komorze naparzania.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik do wstępnego podgrzewania węgla stosuje się parę i/lub gorącą wodę powstałą przez odprężenie do ciśnienia atmosferycznego wody pochodzącej z naparzania ciśnieniowego.

10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że gorącą wodę, powstałą przez odprężenie do ciśnienia atmosferycznego wody pochodzącej z naparzania ciśnieniowego, stosuje się do przenoszenia surowego węgla brunatnego do bunkra.

10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że wodę pochodzącą z naparzania, a znajdującą się pod ciśnieniem, stosuje się do hydraulicznego przenoszenia surowego węgla brunatnego z zamknięcia węglowego do komory naparzania ciśnieniowego.

12. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że surowy węgiel brunatny wstępnie podgrzewa się w zamknięciu węglowym, a jako czynnik podgrze-

wający stosuje się cząstkowy strumień czynnika naparzającego i/lub gorącą wodę pochodzącą z naparzania ciśnieniowego.

13. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się wysyconą lub nieco przegrzaną parę wodną.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się parę wodną, którą kieruje się do komory naparzania ciśnieniowego ponad złożę węgla, w takiej ilości aby stale niewielka, szczątkowa ilość pary przepływała wraz z gazami powstającymi przy uwęglaniu węgla do naczynia do odgazowywania i zgazowywania.

15. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się parę wodną wytworzoną w płaszczu wodnym naczynia do ciśnieniowego odgazowywania i zgazowywania.

16. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się gorący gaz, zawierający wysyconą lub nieco przegrzaną parę wodną, otrzymany po zgazowywaniu, pod ciśnieniem o cząstkowym ciśnieniu pary wodnej wynoszącym więcej niż 1 MPa, przy czym ten gorący gaz przepuszcza się w sposób ciągły przez osuszony węgiel, a przy tym z pary unoszonej przez gaz taką tylko jej ilość wykrapla się podczas naparzania ciśnieniowego, żeby cząstkowe ciśnienie pary wodnej wynosiło więcej niż 0,5 MPa.

17. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że naparzanie ciśnieniowe, zachowawcze dosuszanie, odgazowywanie i zgazowywanie przeprowadza się w jednym naczyniu ciśnieniowym, a gazy wytworzone w dolnej części tego naczynia przez zgazowywanie ciśnieniowe kieruje się w przeciwnym kierunku względem węgla, ku górze, a przy tym w złożu węgla w bezpośrednio po sobie następujących strefach przeprowadza się odgazowywanie, zachowawcze dosuszanie i naparzanie ciśnieniowe.

18. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się gaz pochodzący ze zgazowywania, zawierający parę wodną, który wysyca się i oczyszcza z porwanego przez niego pyłu oraz wykroplonych węglowodorów.

19. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się gaz zawierający parę wodną, który wysyca się wodą oddzieloną z węgla przy naparzaniu ciśnieniowym, oraz oczyszcza się z pyłu.

20. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że gazy zawierające parę wodną, pochodzące ze zgazowywania węgla, wolne od fenolu, oraz gazy zawierające przegrzaną parę wodną, wprowadza się do komory naparzania, ponad złożę węgla.

21. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jako czynnik dosuszający i odgazowywujący stosuje się tylko część strumienia gazu, wytworzonego przy odgazowywaniu i zgazowywaniu.

22. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jako czynnik naparzający stosuje się strumień cząstkowy, za pomocą którego przeprowadza się zachowawcze dosuszanie i odgazowywanie, i który zawiera niewielką ilość pyłu oraz dużą ilość węglowodorów.

21

23. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że jako czynnik naparządzający stosuje się cząstkowy strumień gazu wytworzonego przy odgazowywaniu i zgazowywaniu, który jest odciągany ze strefy zgazowywania jako wolny od mgły smołowej, czysty gaz oraz wysycony i korzystnie oczyszczony z pyłu.

24. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że cząstkowy strumień gazu, przed wprowadzeniem do strefy naparzania, podgrzewa się do temperatury rozpadu fenolu.

25. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że po ciśnieniowym naparzeniu ziarnistego, surowego

22

węgla brunatnego gorącymi gazami, zawierającymi parę wodną, powstałymi w wyniku częściowego utleniania węgla, osuszone ziarna odpręża się.

26. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zgazowywanie ciśnieniowe przeprowadza się niezależnie od naparzenia ciśnieniowego, dosuszania i odgazowywania.

27. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik do odgazowywania, dosuszania i naparzenia ciśnieniowego stosuje się gaz lub część strumienia gazu, wytworzonego przez przeprowadzone oddzielnie zgazowywanie ciśnieniowe wytworzonego koksu lub jego części.